



DEUTSCHES
PATENTAMT

21 Aktenzeichen: 195 18 480.2
22 Anmeldetag: 19. 5. 95
43 Offenlegungstag: 21. 11. 96

71 Anmelder:
Bad Düben Profilwalzmaschinen GmbH, 04849 Bad
Düben, DE

74 Vertreter:
Borchard, W., Dipl.-Ing. (FH), Pat.-Anw., 04357
Leipzig

72 Erfinder:
Gensert, Hilmar, Dipl.-Ing. (TU), 04849 Bad Düben,
DE

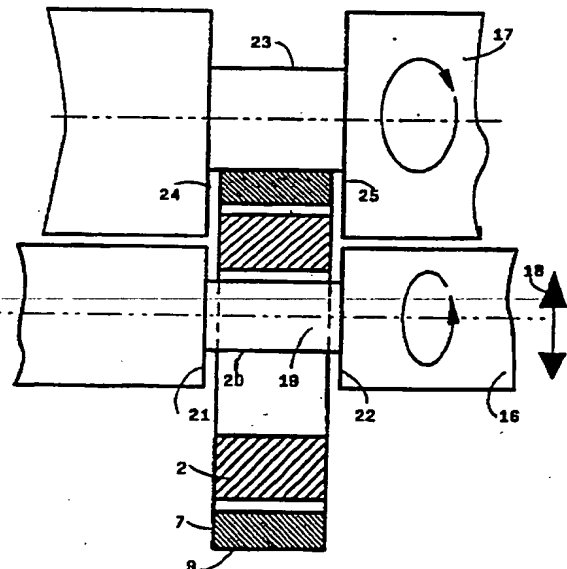
56 Für die Beurteilung der Patentfähigkeit
in Betracht zu ziehende Druckschriften:

DE 43 35 505 C1
DE-PS 9 16 824
DE-PS 8 84 944
US 53 92 517

KRAPFENBAUER, H.: Neue Kaltwalzverfahren zur
Herstellung verzahnter Hohlteile. In: Trennen und
Umformen, S. S21-S23;
SCHMOECKEL, D., KÜBERT, M.: Umformen und
Umformen von Zahnrädern. In: Werkstatt und
Betrieb 115, 1982, 6, S.405-411;
Zerspanen verdrängt. In:
Industrie-Anzeiger 38/92, S.27-29;
RUNGE, M., KUTTKAT, B.: Drückwalzen von
Verzahnungen in Lamellenträgern. In: Bänder,
Bleche, Rohre, 1-1994, S.38;

54 Verfahren zur Herstellung von Ringen mit achsparallelen Profilen

57 Die Erfindung zielt auf die Herstellung eines durch
Kaltumformung hergestellten Ringes mit achsparallelen Pro-
filen ab, bei dem die Kontur einer Verzahnung, eines
Kerbprofils oder dergleichen durch eine in Radialrichtung
stattfindenden Werkstoffverdrängung erzeugt wird.
Die Erfindung ist dadurch gekennzeichnet, daß die Herstel-
lung eines mit achsparallelen Profilen versehenen Ringes
durch Kaltwalzen eines Ringrohlings (2) und mit Hilfe einer
Ringwalzmaschine vorgenommen wird. Dieser wird in eine
Matrize (7) eingefügt, welche die Negativform der Verzahn-
ung des zu profilierenden Zahnkranzes (1) oder dergleichen
aufweist, und zusammen mit der Matrize (7) in einer
Ringwalzmaschine bis zur vollständigen Ausformung der
achsparallelen Profilierung gewalzt sowie nach Beendigung
des Walzens von der Matrize (7) separiert.
Das Anwendungsgebiet der Erfindung ist die Herstellung
von Ringen mit Verzahnungen oder Kerbprofilen, beispiels-
weise von Zahnkranzen.



Beschreibung

Die Erfindung betrifft die Herstellung von Ringen mit achsparallelen Profilen, wie zum Beispiel Verzahnungen oder Kerbprofilen durch Kaltumformung unter Inanspruchnahme einer Ringwalzmaschine, welche eine drehangetriebene Profilwalze und eine mit Hilfe eines Walzschlittens zustellbare Dornwalze aufweist.

Bislang wird bei der Herstellung von Ringen mit achsparallelen Profilen oder von Zahnrädern grundsätzlich zwischen der Anfertigung des Rohlings und dem Herstellen der Verzahnung unterschieden. Ringförmige Getriebeteile, die mit einer Verzahnung versehen sind, werden durch Warmformgebung im besonderen durch Sintern oder durch spanabhebende Verfahren hergestellt. In einem in der US Patentschrift 5 392 517 beschriebenen Verfahren wird dazu anfangs aus einem warm gegossenen Rohr durch Abschneiden eines Teilstückes ein kreisförmiger Rohling hergestellt und zu einer maßhaltigen Zwischenform eines Ringes ausgearbeitet, der entweder einen maßhaltig gewalzten Innendurchmesser entsprechend eines Fußkreisdurchmessers oder einen maßhaltig gewalzten Außendurchmesser entsprechend eines Kopfkreisdurchmessers einer Verzahnung aufweist, je nach dem ob die Innenseite oder die Außenseite des Ringes mit einer Verzahnung versehen werden soll. Das Walzen des Ringes erfolgt durch Kaltwalzen, während die vollständige Herstellung der Verzahnung durch ein spanabhebendes Fräsverfahren vorgenommen wird.

Bekannt ist, daß durch eine nachfolgende spanabhebende Bearbeitung eines kalt gewalzten Ringrohlings die durch das Kaltwalzen erreichte hohe Oberflächenqualität wieder entfernt wird. Der Faserverlauf an der Oberfläche des Werkstoffes wird zerstört und die durch das Umformen erreichte Festigkeit des Werkstoffes verringert sich. Außer den bereits genannten Gesichtspunkten ist der Grad der Werkstoffausnutzung nach wie vor unbefriedigend und unvorteilhaft für die Wirtschaftlichkeit des Verfahrens.

Bekannt ist seit langem die spanlose Herstellung einer Außenverzahnung bei Zahnrädern oder Wellenenden durch Kaltwalzen mit Hilfe von Gewindewalzmaschinen oder durch Walzen eines auf Schmiedetemperatur erwärmten Materials. Für die Herstellung von Zahnrädern oder Wellen, die ein Profil parallel zur Achsrichtung aufweisen, sind zum Kaltwalzen auf Gewindewalzmaschinen Rollwerkzeuge entwickelt worden, welche die Zähne oder das gewünschte Profil nicht schlagartig ausformen, sondern das Formwerkzeug mit fortschreitender Tiefe in den Werkstoff eindringen lassen, um den Werkstoff nach und nach zu verdrängen. In der DE Patentschrift 884 944 sind die gegenüberliegenden Rollwerkzeuge als gezahnte und gleichsinnig sowie zwangsläufig umlaufende Walzen ausgebildet, die das Werkstück in der Ausgangsstellung zwischen sich fassen. Zu Beginn der Verformung sind die mit dem Werkstück in Eingriff stehenden Walzenzähne so ausgebildet, daß sie nur bis zu dem Teilkreisdurchmesser der ausgeführten Verzahnung reichen. Dies bedingt einen wesentlich größeren Durchmesser der Walzwerkzeuge gegenüber dem fertigen Zahnrad. Bei einem ringförmigen Zahnkranz mit einer Vielzahl von Zähnen vergrößert sich der Durchmesser der Rollwerkzeuge derart, daß die Abmessungen über das normale Maß einer Gewindewalzmaschine hinausgehen.

Anstelle von Walzen wurde aus diesem Grunde nachfolgend die Verwendung von Zahnbacken mit stetig an-

steigenden Zahnhöhen vorgesehen, deren Profil der Abwicklung des Walzenprofils entspricht. Auch in diesem Falle besteht die Gefahr, daß die Stirnseiten der Zähne beim Eindringen der Walzen in den zu verdrängenden Werkstoff nicht vollständig ausgeformt werden. Um eine möglichst vollständige Ausformung des Kopfkreisdurchmessers zu gewährleisten sind erhebliche Umformungskräfte erforderlich. Andererseits kann bei einer zu großen Materialverdrängung die exakte Kreisform des ursprünglichen Kopfkreisdurchmessers in Frage gestellt werden. Daraus resultiert gegebenenfalls eine aufwendige Nacharbeit, damit durch Überschleifen die Kreisform des Kopfkreisdurchmessers wieder hergestellt werden kann.

Zur Beseitigung dieser Nachteile wurde in der DE Patentschrift 43 35 505 eine Walzvorrichtung vorgeschlagen, die anstelle von stetig abgeflachten Walzenzähnen eine Verzahnung aufweist, die an ihren Eingriffsseiten zu dem Werkstück hin konisch ausgebildet ist. Hierbei wird bei der Herstellung einer Verzahnung des gleichen von einem Rohling ausgegangen, welcher einen maßhaltigen Außendurchmesser aufweist. Während des Walzens der Verzahnung muß gleichzeitig in Axialrichtung eine Relativbewegung zwischen den Walzwerkzeugen und dem Werkstück ausgeführt werden. Dadurch entsteht beim Walzen ein der Relativbewegung entgegengesetzt wirkende Umformungswiderstand in axialer Richtung, dem durch eine kompakte Werkzeugausgestaltung Rechnung getragen werden muß. Die Herstellung von Ringen mit achsparallelen Profilen liegt dergestalt nicht im Bereich des Möglichen.

Ein anderes Verfahren, daß auf dem Prinzip der Materialverdrängung beruht und mit welchem eine vollständige Ausformung des Kopfkreisdurchmessers ermöglicht werden soll, wird in der DE Patentschrift 916 824 beschrieben. In diesem Fall wird in eine Matrize ein durch Erwärmung vorbereiteter, schmiedbarer Rohling gelegt, dessen Abmessungen kleiner als die der Matrize sind. Der Rohling wird durch einen in Achsrichtung wirkenden Stempeldruck wie in einem Gesenk nach außen gedrängt, so daß die aus rotierenden Zahnrädern gebildete Matrize durch den nach außen drängenden Werkstoff vollständig ausgefüllt wird. Auf diese Weise wird durch Materialverdrängung die endgültige Zahnform gleichzeitig mit dem Kopfkreisdurchmesser der Verzahnung hergestellt. Der Vorteil dieses Verfahrens besteht darin, daß die Stirnseiten der Zähne vollständig ausgeformt werden und einen durchgehenden Faserverlauf des Werkstoffes aufweisen.

Während der Herstellung der endgültigen Zahnform ist die Anwendung eines großen, in Axialrichtung auf das Werkstück einwirkenden Druckes erforderlich, um den Werkstoff zum Fließen zu bringen. Infolgedessen können in der vorgeschlagenen Weise, durch radiales Ausbreiten eines scheibenförmigen Werkstückes nur solche Zahnräder hergestellt werden, die zuvor auf Schmiedetemperatur erhitzt worden sind und eine hinreichend knetbare Werkstoffbeschaffenheit aufweisen. Mit dem vorgeschlagenen Verfahren ist die Herstellung eines mit Zähnen versehenen Ringes mittels Kaltumformung nicht gewährleistet.

Die Erfindung bezweckt ein Verfahren zum Herstellen von Ringen mit durch Kaltumformung hergestellten achsparallelen Profilen, die einen ungestörten Faserverlauf des Werkstoffes und eine hohe Oberflächenqualität aufweisen.

Die Aufgabe der Erfindung besteht in einem auf einer Kaltumformung beruhenden Verfahren, bei welchem

verbundene Seitenbegrenzungen x, y oder durch Profilierung der Walzen 24, 25 begrenzt werden kann.

Die seitliche Führung der Matrize 7 erfolgt durch die Profilwalze 17, die dem Formgebungsabschnitt 19 der Dornwalze 16 gegenüberliegend eine Mantelfläche 23 mit einem kleineren Außenumfang aufweist, die von einem linken Ansatz 24 und von einem rechten Ansatz 25 entsprechend der Breite der Matrize 7 begrenzt wird. Die drehangetriebene Profilwalze 17 steht mit ihrer Mantelfläche 23 während der Drehung in Kontakt mit der zylindrischen Außenmantelfläche 9 der Matrize 7, wodurch die Drehbewegung auf die Matrize 7 übertragen wird.

Während des Walzvorgangs wird die Dornwalze 16 auf die angetriebene Profilwalze 17 zu bewegt, bis ein vorgegebener Sollwert erreicht ist.

Bei stetigem Zustellen der Dornwalze 16 und bei gleichzeitiger Drehung der Profilwalze 17 wird der Walzspalt verringert und auf den Werkstoff des Ringrohrlings 2 im Bereich des Walzspaltes eine Druckspannung aufgebracht, durch die der Werkstoff zum Fließen gebracht wird. Zur Formung der Zähne 11 auf dem Außenumfang des Zahnkranzes 1 fließt der Werkstoff beim Walzen in die Lücken 12 der Matrize 7 bis diese vollständig ausgefüllt sind. Im Zusammenhang mit den in den Werkstoff eingebrachten tangentialen Druckspannungen ist des weiteren ein Längenwachstum des Materials zu verzeichnen, das zu einer Zunahme des Innendurchmessers 3 des Ringrohrlings 2 führt. Dadurch wird zu einer vollständigen Ausformung der Zähne 11 beigetragen.

Die Zustellung der Dornwalze 16 wird bis zur Erreichung des endgültigen Sollwertes fortgesetzt, bis die gewünschte Außenverzahnung vollständig ausgebildet und die zwischen den Matrizenzähnen 14 befindlichen Lücken 12 vollständig mit dem Werkstoff des Ringrohrlings 2 ausgefüllt sind. Dieser Vorgang der Werkstoffverdrängung ist in Abhängigkeit von der gewählten Umrehungszahl der Profilwalze 17 durch die Vorschubgeschwindigkeit der Dornwalze 16 steuerbar, so daß dadurch die Ausformung der Verzahnung nicht schlagartig vonstatten geht. Dadurch können die Umformungskräfte gering gehalten werden.

Nach dem Erreichen des endgültigen Sollwertes und nachdem der Innendurchmesser 3 des Ringrohrlings 2 bis auf den endgültigen Innendurchmesser 26 des Zahnkranzes 1 aufgeweitet worden ist, kann nach der Beendigung des Kaltwalzens der fertig gewalzte Zahnkranz 1 zusammen mit der Matrize 7 aus dem Bearbeitungsraum der Ringwalzmaschine entfernt werden. Außerhalb der Ringwalzmaschine wird der Zahnkranz 1 von der Matrize 7 separiert, welche anschließend erneut mit einem Ringrohrling 2 bestückt und dem Arbeitsraum der Ringwalzmaschine zugeführt werden kann.

Die Herstellung von Zahnkränzen oder dergleichen kann beschleunigt werden, wenn mehrere Matrizen 7 nebeneinander zum Einsatz gelangen. Dadurch kann die Wirtschaftlichkeit des Verfahrens gesteigert und die Haltbarkeit der Matrizen 7 gesteigert werden.

Patentansprüche

1. Verfahren zur Herstellung von Ringen mit achsparallelen Profilen, wie zum Beispiel Verzahnungen oder Kerbprofilen, durch Kaltumformung unter Inanspruchnahme einer Profilwalzmaschine, welche eine drehangetriebene Profilwalze und eine mit Hilfe eines Walzschlittens zustellbaren Dorn-

walze aufweist, dadurch gekennzeichnet, daß die Herstellung der mit achsparallelen Profilen versehenen Ringe durch Kaltwalzen und mit Hilfe einer Ringwalzmaschine vorgenommen wird und folgende Arbeitsschritte umfaßt:

a) Herstellen eines Ringrohrlings (2) mit einem Außendurchmesser (4) der gleich dem Fußkreisdurchmesser (5) der zu walzenden Verzahnung oder dem Kerbprofil ist und der ein Gewicht aufweist, das sich in dem Toleranzbereich des fertigen Zahnkranzes (1) oder dergleichen befindet,

b) Einfügen des Ringrohrlings (2) in eine Matrize (7), welche die Negativform der Verzahnung des zu profilierenden Zahnkranzes (1) oder dergleichen aufweist,

c) Kaltwalzen des Ringrohrlings (2) zusammen mit der Matrize (7) in einer Ringwalzmaschine, die mindestens eine drehangetriebene Profilwalze (17) und eine mit Hilfe eines Walzschlittens zustellbare Dornwalze (16) aufweist, durch Zustellung der Dornwalze (16) bis zu einem vorgegebenen Sollwert bis zur vollständigen Ausformung der achsparallelen Profilierung und bis zur Erreichung des vorgesehenen Innendurchmessers (27),

d) und Separieren des Zahnkranzes (1) oder dergleichen von der Matrize (7) nach Beendigung des Walzens.

2. Verfahren zur Herstellung von Ringen mit achsparallelen Profilen nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß vor dem eigentlichen Walzvorgang die Matrize (7) mit einem Ringrohrling (2) geladen wird, was dadurch geschieht, daß der Ringrohrling (2) in Axialrichtung in die durch die Matrizenzähne (14) gebildete Innenbohrung der Matrize (7) eingepaßt wird.

3. Verfahren zur Herstellung von Ringen mit achsparallelen Profilen nach Anspruch 1 und Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, daß mehrere Matrizen (7) nebeneinander zum Einsatz gelangen.

4. Matrize zur Herstellung von Ringen mit achsparallelen Profilen nach einem oder mehreren der Ansprüche 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, daß die Matrize (7) ringförmig ausgebildet ist und eine zylindrische Außenmantelfläche (9) aufweist sowie mit einer Innenverzahnung versehen ist, deren Innenfläche dem Negativ der Außenfläche des fertigen Zahnkranzes (1) oder dergleichen entspricht.

Hierzu 2 Seite(n) Zeichnungen

durch eine in Radialrichtung stattfindende Werkstoffverdrängung die Herstellung der Kontur einer Verzahnung, eines Kerbprofils oder dergleichen erfolgt.

Erfindungsgemäß wird die Aufgabe dadurch gelöst, daß die Ringe mit achsparallelen Profilen durch Kaltwalzen und mit Hilfe einer Ringwalzmaschine hergestellt werden, wobei die Herstellung eines Ringes in einem mehrere Arbeitsschritte umfassenden Verfahren vorgenommen wird. Dieses umfaßt die Herstellen eines Ringrohlings mit einem Außendurchmesser der gleich oder kleiner dem Grundkreisdurchmesser der zu walzenden Verzahnung oder dem Kerbprofil ist, wobei der Ringrohling ein Gewicht aufweist, das sich in einem Toleranzbereich des fertigen Ringes befindet.

Nach einem weiteren Merkmal des Verfahrens wird der Ringrohling in eine Matrize eingefügt, welche die Negativform der Verzahnung des zu profilierenden Ringes aufweist. Danach erfolgt das Kaltwalzen des Ringrohlings zusammen mit der Matrize in einer Ringwalzmaschine, die mindestens eine drehangetriebene Profilwalze und eine mit Hilfe eines Walzschlittens zustellbare Dornwalze aufweist. Das Walzen wird bis zur vollständigen Ausbildung der achsparallelen Profilierung und dem Erreichen des vorgesehenen Innendurchmessers des Ringes durchgeführt. Ferner schließt das Verfahren ein Nachwalzen beziehungsweise Kalibrieren und das nachfolgende Separieren des Ringes von der Matrize nach Beendigung des Kaltwalzens ein.

Die Fertigung einer achsparallelen Verzahnung oder eines Profils bei einem Ring durch Kaltwalzen unter Zuhilfenahme einer Ringwalzmaschine vereinfacht die Herstellung dieses Ringes erheblich. Durch den Walzvorgang wird eine außerordentlich hohe Oberflächenqualität der Verzahnung zustande gebracht. Innerhalb der Verzahnung wird durch den ungestörten Faserverlauf eine Steigerung der Festigkeit der Zahnflanken bewerkstelligt. Insbesondere bei der Herstellung von Getriebeteilen wird hierdurch die Tragfähigkeit der Zahnflanken erhöht und die Bruchgefahr vermindert. Desgleichen wird infolge der besseren Oberflächengüte der Verschleiß an den Zahnflanken herabgesetzt und die Lebensdauer des Getriebes verlängert.

Weitere Vorteile und Ausgestaltungen der Erfindung ergeben sich aus den Unteransprüchen und dem Ausführungsbeispiel.

Die Erfindung soll nachfolgend durch ein Ausführungsbeispiel näher erläutert werden. In den dazugehörigen Zeichnungen zeigt

Fig. 1 einen Ringrohling,

Fig. 2 die Matrize mit dem eingefügten Ringrohling vor dem Kaltwalzen,

Fig. 2a eine Detailansicht A der Matrize mit dem Ringrohling gemäß Fig. 2,

Fig. 3 eine Teilansicht einer Ringwalzmaschine im Umkreis des Walzspalts,

Fig. 3a einen Ausschnitt von Fig. 3 mit einer Ausführungsform einer Matrize,

Fig. 4 eine Teilansicht der Matrize mit einem fertigen Zahnkranz nach dem Kaltwalzen und

Fig. 4a eine Detailansicht B gemäß Fig. 4 in schematischer Darstellung.

Das erfindungsgemäße Verfahren soll in dem gewählten Ausführungsbeispiel anhand der Herstellung eines in Fig. 4 angedeuteten Zahnkranzes 1 näher erläutert werden, wobei in Fig. 4a einen Ausschnitt des Zahnkranzes 1 wiedergegeben ist. Bei der Herstellung eines derartigen Zahnkranzes 1 wird von einem Ringrohling 2 ausgegangen, der in Fig. 1 dargestellt ist. Der Ringroh-

ling 2 kann aus einem Teilabschnitt eines rohrförmigen Werkstückes, beispielsweise aus einem gezogenen Rohr, mit einem zylindrischen Innendurchmesser 3 und einem zylindrischen Außendurchmesser 4 oder durch Kaltwalzen angefertigt werden. Die Abmessung des Außendurchmessers 4 des Ringrohlings 2 ist derart gewählt, daß der Außendurchmesser 4 gleich groß oder kleiner wie der Fußkreisdurchmesser 5 des in Fig. 4 dargestellten Zahnkranzes 1 ist. Des weiteren ist die Abmessung des Außendurchmessers 4 so dimensioniert, daß er gegebenenfalls mit dem Kopfkreisinnendurchmesser 6 einer Matrize 7 eine Passung bildet, so daß der Ringrohling 2 wie in Fig. 2, beziehungsweise in Fig. 2a im Detail dargestellt, in die Matrize 7 eingefügt werden kann. Der Innendurchmesser 3 des Ringrohlings 2 ist mit der sich in axialer Richtung erstreckenden Breite abgestimmt und derart ausgeführt, damit das Volumen des Ringrohlings 2 mit dem Volumen des fertigen Zahnkranzes 1 gleich ist. Dadurch wird eine exakte Maßhaltigkeit des Zahnkranzes 1 gewährleistet.

Die Matrize 7, die eine zylindrische Außenmantelfläche 9 aufweist, ist gemäß Fig. 2a mit einer Innenverzahnung 10 versehen, deren Innenfläche das Negativ der Außenfläche des fertigen Zahnkranzes 1 verkörpert. An der Stelle eines Zahnes 11 des Zahnkranzes 1 gemäß Fig. 4 ist jeweils eine Lücke 12 entsprechend der gewünschten Zähnezahlgewünschten vorgesehen. Andererseits ist anstelle einer Zahnücke 13 auf dem inneren Umfang der Matrize 7 ein Matrizenzahn 14 entsprechend der Innenform der Zahnücke 13 vorgesehen. Die Stirnflächen 15 der Matrizenzähne 14 bilden den Kopfkreisinnendurchmesser 6 der Matrize 7, der gleich groß wie der Fußkreisdurchmesser 5 des Zahnkranzes 1 ist.

Vor dem eigentlichen Walzvorgang des Zahnkranzes 1 wird die Matrize 7 mit einem Ringrohling 2 geladen, was dadurch geschieht, daß der Ringrohling 2 in Axialrichtung in die durch die Stirnflächen 15 der Matrizenzähne 14 gebildete Innenbohrung der Matrize 7 eingepaßt wird. Beim Einpressen des Ringrohlings 2 in die Matrize 7 entsteht eine feste Verbindung zwischen dem Außenumfang des Ringrohlings 2 und den Stirnflächen 15 der Matrizenzähne 14, die eine festen Sitz des Ringrohlings 2 in der Matrize 7 gewährleistet. Dadurch ist der Ringrohling 2 zusammen mit der Matrize 7 wie ein gewöhnlicher Ringrohling 2 handhabbar und durch an sich bekannte Handhabungseinrichtungen an einer Ringwalzmaschine manipulierbar. Nach dem Laden der Matrize 7 wird diese mit einer nicht weiter dargestellten Zuführungseinrichtung in den Arbeitsraum einer in Fig. 3 aufgezeigten Ringwalzmaschine eingeführt.

In dem Arbeitsraum der Ringwalzmaschine wird der Ringrohling 2 zunächst auf eine Dornwalze 16 aufgesetzt. Die Dornwalze 16 ist parallelachsrig zu einer ortsfest und drehangetriebenen Profilwalze 17 angeordnet sowie in Richtung des Doppelpfeiles 18 zur Profilwalze 17 hin zustellbar. Die Dornwalze 16 besitzt einen sich axial erstreckenden Ringformgebungsabschnitt 19, welcher der gewünschten Innenform des Zahnkranzes 1 entspricht. Der Ringformgebungsabschnitt 19 ist muldenförmig mit einem Einschnitt 20 ausgestattet, welcher durch eine linke Randstufe 21 und eine rechte Randstufe 22 begrenzt wird. Beide Randstufen 21, 22 sind derart axial beabstandet, daß die Breite des Einschnittes 20 der Breite des Zahnkranzes 1 entsprechend groß ist und für die exakte seitliche Führung des Ringrohlings 2 vorgesehen werden kann, wobei die axiale Breitung am Außendurchmesser des Zahnkranzes 1 in Übereinstimmung mit Fig. 3a entweder durch mit der Matrize 7

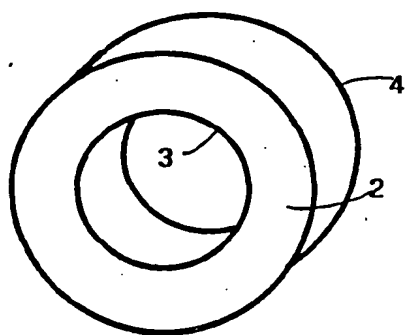


FIG. 1

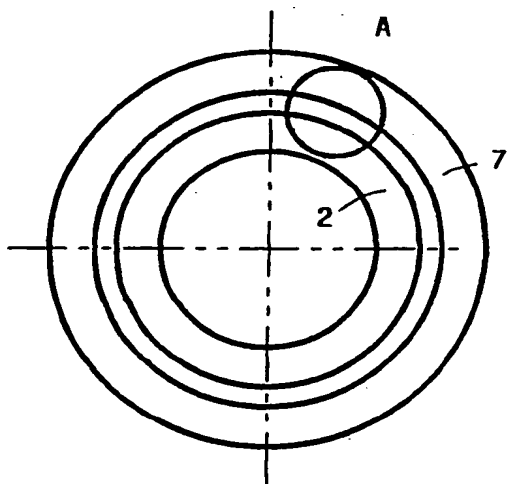


FIG. 2

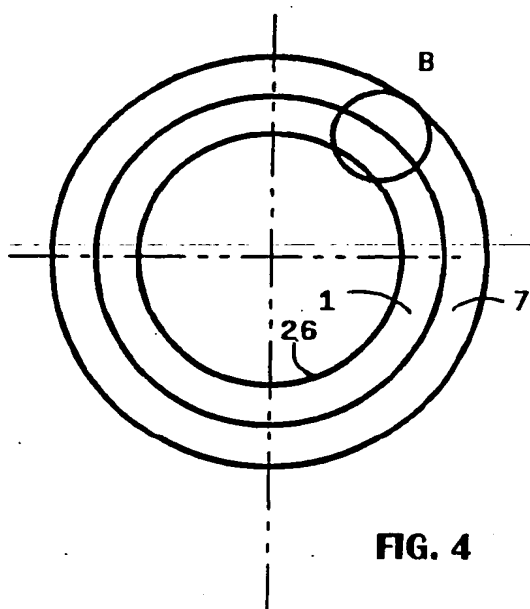


FIG. 4

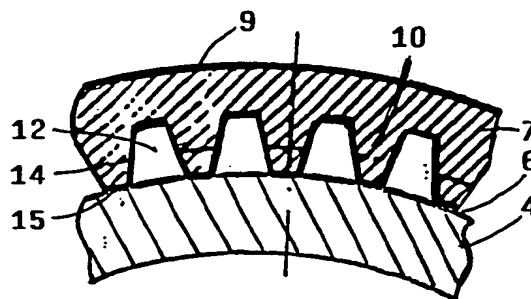


FIG. 2 a

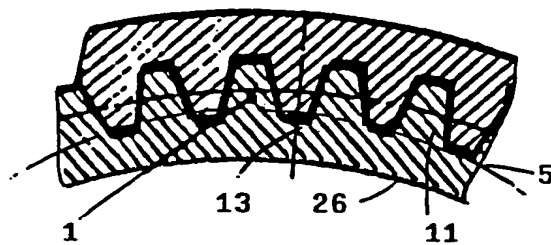


FIG. 4 a

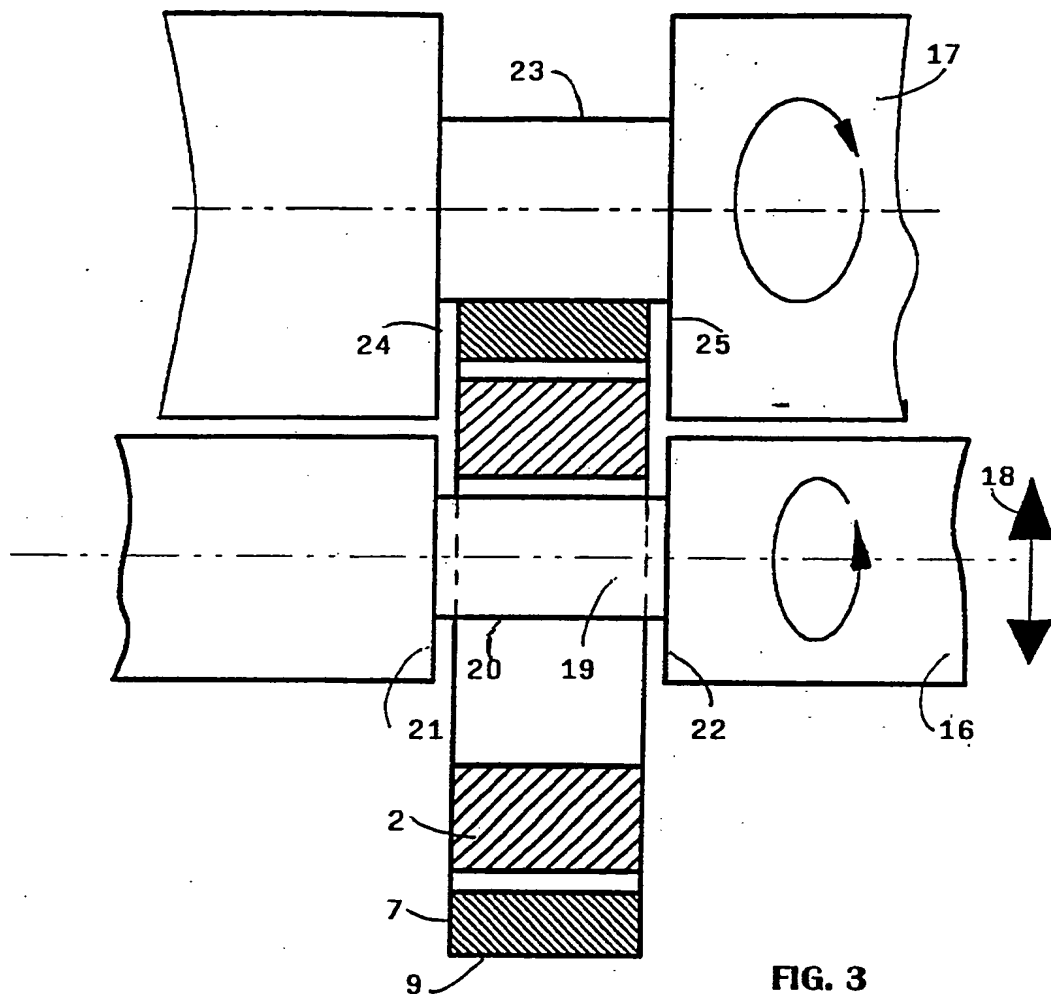


FIG. 3

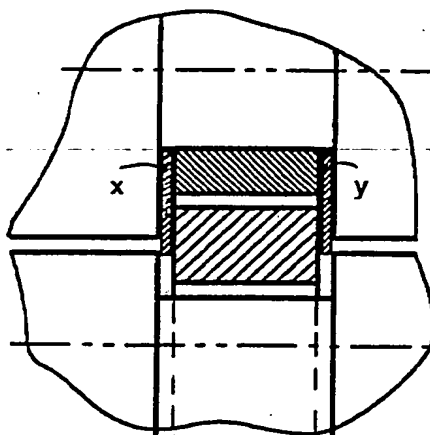


FIG. 3 a

**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning
Operations and is not part of the Official Record**

BEST AVAILABLE IMAGES

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- ☐ BLACK BORDERS
- ☐ IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
- ☒ FADED TEXT OR DRAWING
- ☒ BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING
- ☐ SKEWED/SLANTED IMAGES
- ☐ COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS
- ☐ GRAY SCALE DOCUMENTS
- ☐ LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT
- ☐ REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY
- ☐ OTHER: _____

IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.

As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.